

The Effect of Activated Palm Shell Charcoal (*Elaeis guineensis* J.) and Sodium Monofluorophosphate on Smokers Antiplaque Toothpaste

Uce Lestari*, Syamsurizal Syamsurizal, Quichthylichta Vaseline, Nurul R. Septima

Department of Pharmacy, Faculty of Medicine and Health, University of Jambi, Jambi, Indonesia

Abstract

Palm shell activated charcoal has an absorption capacity of iodine of 761.46 mg/g, which is better than coconut shell activated charcoal, which equals 460.30 mg/g. This proves that activated charcoal from palm shells can absorb dirt and toxins, so it has the potential to be formulated into toothpaste. Sodium monofluorophosphate in toothpaste inhibits bacterial metabolism, so this combination is very good for use as an anti-plaque toothpaste for smokers. This study aimed to examine the effect of activated charcoal from palm shells and sodium monofluorophosphate in inhibiting bacterial growth and reducing smokers' plaque accumulation in toothpaste formulas. The concentration ratio between activated palm shell charcoal and sodium monofluorophosphate is F1 = 3%: 0.06%; F2 6%: 0.09%; F3 = 9%: 0.12%, and F4 = 12%: 0.15%. F3 and F4 are formulas that have good physical properties and stability of all formulas, while the test for the inhibition of *Streptococcus mutans* bacteria in reducing plaque accumulation and the dental plaque score test for both formulas is classified as strong and very good compared to commercial toothpaste. From the results, it can be concluded that activated charcoal from palm shells and sodium monofluorophosphate have an antibacterial and anti-plaque effect.

Keywords: palm shell, sodium monofluorophosphate, toothpaste

Pengaruh Arang Aktif Cangkang Sawit (*Elaeis guineensis* J.) dan Natrium Monofluorofosfat pada Sediaan Pasta Gigi Antiplak Perokok

Abstrak

Arang aktif cangkang sawit memiliki daya serap terhadap iodine sebesar 761,46 mg/g lebih baik dibandingkan arang aktif tempurung kelapa yakni sebesar 460,30 mg/g. Hal ini membuktikan bahwa arang aktif cangkang sawit mampu menyerap kotoran dan racun sehingga sangat potensial diformulasi menjadi pasta gigi. Natrium monofluorofosfat pada pasta gigi bekerja menghambat metabolisme bakteri, sehingga kombinasi ini sangat baik sekali digunakan sebagai pasta gigi antiplak bagi perokok. Penelitian bertujuan untuk melihat pengaruh arang aktif cangkang sawit dan sodium monofluorophosphate dalam menghambat pertumbuhan bakteri dan mengurangi akumulasi plak perokok pada formula pasta gigi. Perbandingan konsentrasi antara arang aktif cangkang sawit dan sodium monofluorophosphate yakni F1= 3%: 0,06%; F2= 6%: 0,09%; F3= 9%: 0,12% dan F4= 12%: 0,15%. Formula 3 (F3) dan 4 (F4) merupakan formula yang memiliki sifat fisik dan stabilitas yang baik dari seluruh formula sedangkan uji daya hambat bakteri *Streptococcus mutans* dalam mengurangi akumulasi plak dan uji skor plak gigi kedua formula tergolong kategori kuat dan sangat baik dibandingkan pasta gigi komersil. Dari hasil dapat disimpulkan bahwa arang aktif cangkang sawit dan sodium monofluorophosphat memiliki pengaruh sebagai antibakteri dan antiplak.

Kata Kunci: cangkang sawit, pasta gigi, natrium monofluorofosfat

Article History:

Submitted 04 March 2022

Revised 15 June 2023

Accepted 18 January 2024

Published 31 October 2025

*Corresponding author:

ucelestari@unja.ac.id

Citation:

Lestari, U.; Syamsurizal, S.; Vaseline, Q.; Septima, N.R. The Effect of Activated Palm Shell Charcoal (*Elaeis guineensis* J.) and Sodium Monofluorophosphate on Smokers Antiplaque Toothpaste. Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology. 2025: 12 (3), 295-303.

1. Pendahuluan

Akumulasi plak gigi merupakan lapisan massa lunak yang menempel pada permukaan gigi atau permukaan keras lainnya dalam rongga mulut.¹ Plak gigi mengandung kolonisasi bakteri, salah satunya bakteri gram positif yakni *Streptococcus mutans*. Hal tersebut meningkatkan peradangan pada jaringan periodontal. Guna mencegah hal tersebut, bakteri serta akumulasi plak harus ditangani dengan tepat.²

Akumulasi plak pada perokok lebih tinggi dibandingkan dengan non perokok.¹ Hal ini dikarenakan oleh kandungan tar pada asap rokok akan mengendap diatas permukaan gigi sehingga menjadi kasar serta plak akan lebih mudah melekat.³ Kandungan nikotin pada rokok juga dapat menyebabkan pembuluh darah menjadi sempit sehingga aliran darah di gingiva berkurang serta meningkatkan kecenderungan timbulnya penyakit gingiva.¹

Merokok dapat mengakibatkan kondisi rongga mulut menjadi sesuai untuk pertumbuhan bakteri anaerob pada plak dikarenakan rongga mulut perokok cenderung sangat kering dan anaerob dibandingkan non perokok.³ Usaha mengurangi tingkat akumulasi plak dan kolonisasi bakteri pada gigi dan permukaan gusi dapat dilakukan kontrol plak sehari-hari, seperti menggunakan obat kumur dan pasta gigi yang mengandung natrium monofluorofosfat.³ Natrium monofluorofosfat pada pasta gigi bekerja menghambat metabolisme bakteri *Streptococcus mutans*.⁴

Salah satu bahan yang sangat potensial untuk diolah menjadi pasta gigi dengan kemampuan daya bersih yang baik adalah arang aktif cangkang sawit. Daya adsorpsi arang aktif terhadap larutan iodine merupakan parameter yang mampu menunjukkan kualitas daya serap arang aktif. Hal ini dibuktikan pada penelitian terdahulu⁴ yang menunjukkan daya serap arang aktif cangkang sawit dengan ukuran partikel sebesar 200 mesh yang diaktifasi secara fisika pada suhu 600°C terhadap iodine adalah 761,46 mg/g. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI No. 06-3730), daya serap arang aktif terhadap iodine yaitu minimal 750 mg/g.^{5,6} Hasil uji tersebut jauh lebih baik dibandingkan dengan daya serap iodine pada tempurung kelapa dengan metode yang sama, yakni hanya sebesar 460,30 mg/g.^{5,7}

Oleh karena kemampuan daya serap iodine yang tinggi, maka arang aktif cangkang sawit berpotensi untuk diolah menjadi sediaan pasta gigi yang mampu menyerap kotoran pada gigi dengan lebih baik. Hal ini dikarenakan arang aktif cangkang sawit yang digunakan memiliki ukuran partikel 200 mesh dengan luas permukaan serta jumlah pori-pori yang lebih besar.

Oleh karena itu guna meningkatkan efektifitas sediaan pasta gigi antiplak, peneliti memformulasikan pasta gigi arang aktif cangkang sawit (*Elaeis guineensis* Jacq), serta melakukan uji efektifitas sediaan secara *in vitro*.

2. Bahan dan Metode

2.1. Alat

Alat yang digunakan adalah ayakan 200 mesh, timbangan digital (KERN), vortex (Scilogex), mortir dan stamper, sudip, kertas perkamen, gelas ukur (Pyrex), waterbath, beaker glass (Pyrex), batang pengaduk, oven, pipet tetes, corong, batang L, pH meter, viskometer Brookfield, kaca objek, cawan penguap, cawan petri, colony counter, wadah sediaan, jarum ose, rangkaian alat CSC (cigarette smoke condensate), furnace (Merck muffle).

2.2. Bahan

Bahan yang digunakan adalah arang aktif cangkang sawit, metilen blue, iodine, KI, alkohol, saliva artifisial, rokok merek X, pasta gigi khusus gigivitis merk X, *Streptococcus mutans*, media agar NA, bagian gigi kambing pada hewan yang sudah mati, dan larutan disclosing. Bahan yang digunakan dalam formulasi adalah sodium monofluorophosphate (Brataco), allantoin (Brataco), gliserol (Brataco), sorbitol 70 % (Brataco), natrium karboksimetil selulosa (Brataco), asam benzoat (Brataco), sodium lauryl sulfat (Brataco), oleum menthae piperitae (Brataco), akuades (pharmaceutical grade).

Desain penelitian ini adalah eksperimental laboratorium. Hasil pengujian pasta gigi arang aktif cangkang sawit untuk data uji pH, daya sebar, tinggi busa, viskositas, data hasil cycling test, hasil pengukuran pengaruh paparan asap rokok terhadap pertumbuhan bakteri, diameter zona hambat, indeks plak dianalisa secara statistik dengan analisis One-Way ANOVA menggunakan software SPSS. Untuk data uji organoleptis, homogenitas dianalisis secara deskriptif.

2.3. Prosedur

Prosedur kerja dilakukan dalam beberapa tahap, diantaranya yaitu persiapan pembuatan arang aktif, rancangan formula, pembuatan sediaan pasta gigi, uji evaluasi sifat fisik dan stabilitas pada penyimpanan, uji pengaruh paparan asap rokok terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans*, uji pertumbuhan bakteri dengan dan tanpa saliva perokok, uji efektifitas daya hambat sediaan pasta gigi arang aktif cangkang sawit terhadap *Streptococcus mutans*, uji efektifitas pasta

gigi cangkang sawit dalam mengurangi tumpukan plak gigi.

2.3.1. Pembuatan Arang Aktif

Cangkang kelapa sawit yang telah mengering kemudian dikarbonisasi dengan pembakaran dengan api bebas hingga menjadi arang. Arang didinginkan dan digiling menjadi serbuk arang, kemudian diayak dengan ayakan 200 *mesh* dan endemen arang dihitung. Aktivasi arang dilakukan secara fisik yaitu cangkang kelapa sawit dibersihkan dari pengotor yang tidak diinginkan, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100°C selama 1 jam. Cangkang kelapa sawit dimasukkan ke dalam suatu wadah untuk proses pengarangan pada suhu 300°C selama 1 jam sampai terbentuk arang, dan diaktivasi menggunakan *furnace* pada suhu 750°C.⁵

2.3.2. Rancangan Formula

Formula sediaan pasta gigi arang aktif yang dibuat merupakan formula yang telah dimodifikasi berdasarkan formula dari Harmely dkk. (2011), yang dengan pembeda ialah zat aktif yang digunakan yaitu diubah menjadi arang aktif dengan variasi konsentrasi yaitu 3, 6, 9, dan 12 gram, serta dimodifikasi penambahan sodium monoflorophosphate dengan konsentrasi 0,06 0,09 0,12 0,15. Adapun formula pasta gigi yang digunakan untuk menghilangkan plak pada perokok dapat dilihat pada Tabel 1.

2.3.3. Pembuatan Pasta Gigi

Pembuatan pasta gigi diawali dengan menimbang Na-CMC sesuai takaran, kemudian ditambahkan air panas sebanyak sepuluh kali lipat dari berat Na-CMC. Campuran ini dibiarkan selama 15 menit agar mengembang, lalu diaduk hingga terbentuk larutan kental yang homogen (disebut sebagai massa 1). Secara terpisah, bahan-bahan seperti kalsium

karbonat, natrium monofluorofosfat, dan allantoin dicampur dan digerus perlahan hingga merata. Setelah itu, ditambahkan gliserol dan diaduk hingga homogen. Selanjutnya, larutan sorbitol 70% ditambahkan ke dalam campuran ini dan kembali diaduk hingga merata, menghasilkan campuran yang disebut sebagai massa 2.

Massa 1 kemudian dituang ke dalam massa 2 sambil terus diaduk hingga tercampur sempurna dan membentuk massa 3. Setelah itu, asam benzoat dilarutkan terlebih dahulu dalam sisa air, lalu larutan ini dimasukkan ke dalam massa 3 dan digerus hingga homogen. Penambahan natrium lauril sulfat dilakukan setelahnya, dan campuran kembali diaduk hingga membentuk tekstur pasta yang seragam. Arang aktif yang telah digerus halus kemudian ditambahkan ke dalam massa pasta dan diaduk hingga merata. Sebagai langkah terakhir, *oleum Menthae piperitae* ditambahkan sebagai perisa, lalu seluruh campuran diaduk hingga homogen. Pasta gigi yang telah jadi kemudian dikemas ke dalam wadah yang bersih dan kering untuk digunakan atau disimpan.

2.3.4. Evaluasi Fisik Pasta Gigi

Evaluasi formula pasta gigi arang aktif cangkang sawit, meliputi:

Organoleptis

Meliputi pemeriksaan warna, tekstur dan bau secara visual dari masing- masing formula pasta gigi pada penyimpanan suhu ruang.^{3,8}

Homogenitas

Diambil 0,2 gram pasta gigi dari masing-masing formula dan dioleskan pada kaca objek. Diamati susunan partikel kasar atau ketidakhomogenan, lalu di catat. Uji ini dilakukan selama 4 minggu.^{3,8}

Tabel 1. Formula Pasta Gigi

Bahan	F1	F2	F3	F4
Arang Aktif	3	6	9	12
Na CMC	3	6	9	12
Kalsium karbonat	30	30	30	30
Gliserin	18	18	18	18
Natrium benzoat	1	1	1	1
Na lauryl sulfat	1	1	1	1
Minyak permen	0,3	0,3	0,3	0,3
Larutan sorbitol 70%	10	10	10	10
Sodium monofloro fosfat	0.06	0.09	0.12	0.05
Allantoin	2	2	2	2
Aquadest ad	100	100	100	100

Uji pH

Pengujian pH dilakukan dengan cara mencelupkan elektroda dari pH meter ke setiap formula, ditunggu hingga layar pada pH meter menunjukkan angka yang stabil. Uji ini dilakukan selama 4 minggu.^{3,8}

Uji stabilitas (cycling test)

Uji stabilitas dengan metode cycling test dilakukan dengan pengambilan 8 gram sediaan disimpan pada suhu 4°C selama 24 jam lalu dipindahkan ke oven dengan suhu 40°C selama 24 jam dan perlakuan ini adalah 1 siklus. Pengujian ini dilakukan sebanyak 6 siklus atau 6 hari dan diamati perubahan fisik pada semua formula.^{3,8}

Uji viskositas dan Sifat alir

Penentuan viskositas dan sifat alir dilakukan dengan viskometer Brookfield. Sediaan dimasukkan kedalam gelas beaker 250 ml, lalu spindle diturunkan ke dalam sediaan hingga batas yang ditentukan, lalu catat skalanya.^{3,8}

Uji daya sebar

Diambil 0,5 gram sediaan di letakkan di tengah-tengah cawan petri yang sebelumnya di timbang terlebih dahulu. Ditambahkan beban 50, 100, 200, 300, dan 400 gram di atas cawan petri selama 1 menit setiap penambahan beban. Diukur diameter sediaan yang menyebar. Penambahan beban dihentikan ketika sediaan tidak menyebar lagi.^{3,8}

Uji tinggi busa

Diambil 1 gram pasta gigi dan dimasukkan ke gelas ukur 50 ml, dilarutkan dengan akuades sebanyak 10 ml. Gelas ukur ditutup lalu dikocok 5 kali dan diamati tinggi busa yang terbentuk.^{3,8}

2.3.5. Uji Pengaruh Paparan Asap Rokok Terhadap Pertumbuhan *Streptococcus mutans*

Pembuatan saliva perokok

Memaparkan Rokok pada Saliva Artifisial Pengujian dilakukan untuk melihat pengaruh dari asap rokok terhadap bakteri uji. Saliva artifisial dimasukkan kedalam rancangan alat sebanyak 100 ml, dilakukan pembakaran rokok dengan simulasi 2 kali sehari selama 1 bulan atau sama dengan pembakaran rokok sebanyak 60 batang, adapun pembakaran tiap batang rokok dilakukan selama 15 menit.⁸

2.3.6. Uji Pertumbuhan Bakteri dengan dan Tanpa

Saliva Perokok

Diambil masing-masing 1 ose koloni bakteri yang telah dibiakkan kemudian dilarutkan dalam saliva tanpa kondensasi dari asap rokok dan saliva perokok sebanyak 1 ml. Kemudian larutan dituangkan kedalam media NA baru sebanyak 50µl pada cawan petri yang telah disiapkan dan diinkubasi dengan suhu 37°C dalam keadaan anaerob. Dilakukan pengamatan 1×24 jam dan dihitung jumlah koloni bakteri menggunakan colony counter. Pengamatan direplikasi sebanyak 3 kali.⁸

2.3.7. Uji Efektivitas Daya Hambat Sediaan Pasta Gigi Arang Aktif Cangkang Sawit terhadap *Streptococcus mutans*

Sterilisasi alat dan bahan

Sterilisasi alat dan bahan dilakukan secara aseptis untuk mencegah kontaminasi. Media kultur dan alat gelas seperti tabung reaksi, gelas ukur, erlenmeyer, cawan petri, serta batang pengaduk (batang L) disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 30 menit. Sementara itu, jarum ose disterilkan dengan cara dipijarkan pada nyala Bunsen hingga memerah.

Peremajaan isolat bakteri

Isolat *Streptococcus mutans* yang berasal dari stok kultur diambil menggunakan ose steril, kemudian diinokulasikan ke dalam tabung reaksi yang berisi media agar nutrisi (NA) dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C untuk peremajaan sel.

Pengujian daya hambat pasta gigi terhadap bakteri yang terpapar asap rokok

Sebanyak 1 gram masing-masing sediaan pasta gigi diencerkan dalam 1 mL akuades steril. Uji daya hambat dilakukan menggunakan metode spread plate. Tiga cawan petri yang telah berisi media padat disiapkan, kemudian ditambahkan 50 µL suspensi bakteri *Streptococcus mutans* (yang sebelumnya telah dipapar asap rokok dan diencerkan) menggunakan mikropipet. Suspensi tersebut diratakan secara merata pada permukaan media menggunakan batang L steril. Setelah bakteri merata pada media, dibuat sumuran dengan menggunakan pelubang berdiameter 5 mm. Setiap sumuran diisi dengan sediaan pasta gigi uji. Cawan petri kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C.

Evaluasi daya hambat

Daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri dievaluasi dengan mengukur zona bening (zona inhibisi)

yang terbentuk di sekitar sumuran. Pengukuran dilakukan pada tiga arah: vertikal, horizontal, dan diagonal. Selanjutnya, hasilnya dirata-ratakan untuk memperoleh nilai akhir zona hambat.

2.3.8. Uji Efektivitas Pasta Gigi Arang Aktif Cangkang Sawit dalam Mengurangi Tumpukan Plak Gigi

Persiapan sampel gigi

Sampel gigi yang digunakan dalam penelitian ini adalah gigi kambing berusia lebih dari dua tahun. Bagian gigi yang diambil adalah dua gigi insisivus sentral (central incisors). Gigi yang digunakan harus dalam kondisi utuh dan sehat, tanpa adanya kerusakan atau kelainan morfologi.⁸

Pembuatan plak gigi buatan

Untuk membentuk plak gigi buatan, sampel gigi dipaparkan asap rokok satu kali per hari selama empat minggu. Gigi kemudian direndam dalam 10 mL saliva buatan yang telah dicampur dengan sukrosa dan 1 ose kultur *Streptococcus mutans*. Campuran dihomogenkan menggunakan stirrer. Setiap gigi direndam selama satu minggu hingga terbentuk plak gigi, yaitu massa lunak yang menempel pada permukaan gigi. Pembentukan plak dikonfirmasi menggunakan larutan disclosing agent yang akan menandai plak dengan warna merah.⁸

Aplikasi pasta gigi arang aktif cangkang sawit

Sediaan pasta gigi arang aktif dari cangkang sawit yang digunakan adalah formula terbaik berdasarkan hasil uji pendahuluan. Pasta gigi diaplikasikan pada permukaan gigi menggunakan sikat gigi, satu kali per hari. Selama periode aplikasi, sampel tetap dipaparkan asap rokok dan direndam dalam saliva buatan, yang diganti setiap minggu. Evaluasi akumulasi plak dilakukan secara berkala setiap minggu selama tiga minggu menggunakan larutan *disclosing*, dan skor plak ditentukan berdasarkan intensitas warna merah yang terbentuk pada permukaan gigi.⁸

3. Hasil

3.1. Organoleptis dan homogenitas

Tabel 2. Hasil pH pasta gigi minggu 0 sampai dengan minggu 4

Formula	Minggu ke-0	Minggu ke-1	Minggu ke-2	Minggu ke-3	Minggu ke-4
F1	7,90±0,01 ^a	7,89±0,04 ^a	7,85±0,04 ^a	7,87±0,06 ^a	7,88±0,06 ^a
F2	7,99±0,03 ^a	7,90±0,46 ^a	7,94±0,05 ^a	7,94±0,04 ^a	7,96±0,02 ^a
F3	8,00±0,05 ^{ab}	7,95±0,79 ^{ab}	7,94±0,05 ^{ab}	7,92±0,05 ^{ab}	7,90±0,06 ^{ab}
F4	8,07±0,01 ^b	8,05±0,10 ^b	8,04±0,09 ^b	8,02±0,12 ^b	8,03 ± 0,12 ^b

Keterangan : a = kelompok berbeda nyata, b = kelompok berbeda nyata dan ab = kelompok tidak berbeda nyata dengan kelompok a maupun b.

Pengamatan organoleptis dilakukan untuk menilai konsistensi, warna, dan bau sediaan pasta gigi secara visual selama penyimpanan empat minggu pada suhu kamar (28–30°C). Sementara itu, uji homogenitas bertujuan untuk memastikan ketercampuran bahan aktif dan bahan tambahan dalam formula secara merata. Berdasarkan hasil evaluasi selama empat minggu, seluruh formula pasta gigi arang aktif dari cangkang sawit menunjukkan stabilitas fisik yang baik. Tidak ditemukan perubahan warna, konsistensi, bentuk, maupun bau pada masing-masing sediaan. Selain itu, seluruh formula menunjukkan homogenitas yang baik, ditandai dengan tidak adanya fase terpisah atau gumpalan dalam sediaan.^{10,19}

3.2. pH atau derajat keasaman

Hasil pengukuran pH menggunakan pH meter menunjukkan bahwa seluruh formula mengalami penurunan pH selama penyimpanan (Tabel 2). Penurunan ini diduga disebabkan oleh adanya kontak antara sediaan dengan kelembapan udara, yang memengaruhi kestabilan pH pasta gigi berbahan arang aktif dari cangkang sawit.^{9,10}

Selain itu, penambahan mentol sebesar 0,3% juga turut berkontribusi terhadap penurunan pH. Hal ini karena mentol tergolong senyawa fenolik yang bersifat asam lemah, sehingga dapat menurunkan nilai pH sediaan saat diformulasikan. Meskipun terjadi penurunan pH selama empat minggu penyimpanan, nilai pH seluruh formula masih berada dalam rentang yang diizinkan berdasarkan SNI 12-3524-1995, yaitu antara 4,5 hingga 10,5. Adapun nilai pH pasta gigi arang aktif cangkang sawit tercatat berkisar antara 7,85 hingga 8,05.¹¹

3.3. Viskositas dan sifat alir

Pada penelitian ini, viskositas sediaan pasta gigi arang aktif cangkang sawit pada setiap formula, yaitu F1, F2, F3, dan F4, menunjukkan peningkatan seiring dengan meningkatnya konsentrasi arang aktif. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa penambahan arang aktif cangkang sawit berpengaruh signifikan terhadap viskositas sediaan. Semakin tinggi konsentrasi arang aktif yang ditambahkan, maka semakin besar pula nilai viskositas yang dihasilkan.¹⁰

Peningkatan viskositas ini disebabkan oleh bertambahnya total massa padatan dalam sediaan, yang memperbesar hambatan terhadap aliran dan meningkatkan kekentalan sistem. Arang aktif, sebagai bahan adsorben dengan struktur berpori, turut berperan dalam memperkuat interaksi antarpartikel, sehingga meningkatkan kohesivitas sistem pasta.

Berdasarkan standar SNI No. 12-3524, rentang viskositas yang diperbolehkan untuk pasta gigi adalah 20.000–50.000 cPs. Seluruh formula dalam penelitian ini memiliki viskositas yang berada dalam rentang tersebut, sehingga memenuhi persyaratan mutu dan stabilitas fisik untuk sediaan pasta gigi. Data lengkap mengenai hasil pengukuran viskositas masing-masing formula disajikan pada Tabel 3.

Pada penelitian ini, berdasarkan Gambar 1, sifat alir dari masing-masing sediaan menunjukkan pola aliran plastis. Ciri khas dari aliran plastis adalah kurva alirannya tidak melalui titik asal (0,0), melainkan memotong sumbu tegangan geser (shearing stress) pada suatu titik tertentu. Titik ini dikenal sebagai yield value, yaitu tegangan minimum yang diperlukan untuk menginisiasi aliran.^{12,14,15}

3.4. Tinggi busa

Pengukuran tinggi busa menunjukkan kemampuan suatu detergen untuk menghasilkan busa. Persyaratan nilai tinggi busa untuk sediaan gel pasta gigi berada pada ukuran tinggi 13-22 cm, walaupun ada yang menyatakan bahwa tidak ada batasan standar.^{8,15} Adanya busa mampu membantu proses pengangkatan kotoran pada gigi menjadi lebih baik, dimana seluruh formula masih memenuhi persyaratan.⁸

3.5. Daya sebar

Uji daya sebar dilakukan untuk menilai kemampuan sediaan pasta gigi dalam menyebar saat diaplikasikan pada permukaan, seperti bulu sikat gigi. Kemampuan

menyebar merupakan salah satu karakteristik fisik yang penting karena berperan dalam memastikan transfer bahan aktif ke area target secara merata dengan dosis yang tepat. Selain itu, daya sebar juga memengaruhi kemudahan penggunaan, tekanan yang dibutuhkan untuk mengeluarkan pasta dari kemasan, serta kenyamanan dan penerimaan oleh konsumen.^{13,14}

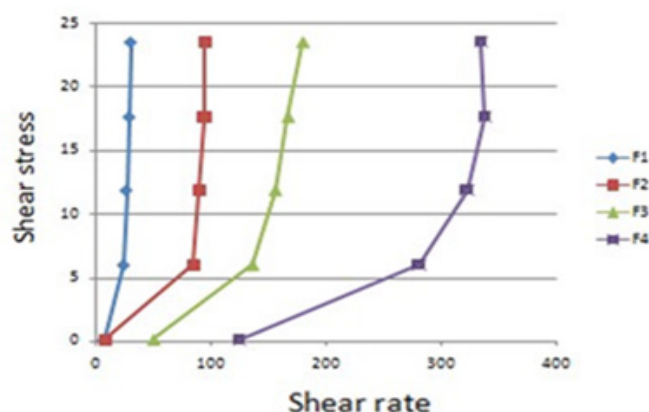
Hasil pengujian menunjukkan bahwa Formula I (F1) memenuhi kriteria uji daya sebar dengan nilai 3,19 cm. Menurut standar yang berlaku, rentang daya sebar yang baik untuk sediaan semipadat seperti pasta gigi adalah antara 3–5 cm. Sementara itu, formula lainnya menunjukkan nilai daya sebar < 3 cm, yang mengindikasikan viskositas relatif tinggi sehingga kemampuan penyebarannya terbatas.^{12,13}

3.6. Pengaruh paparan asap rokok terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans*

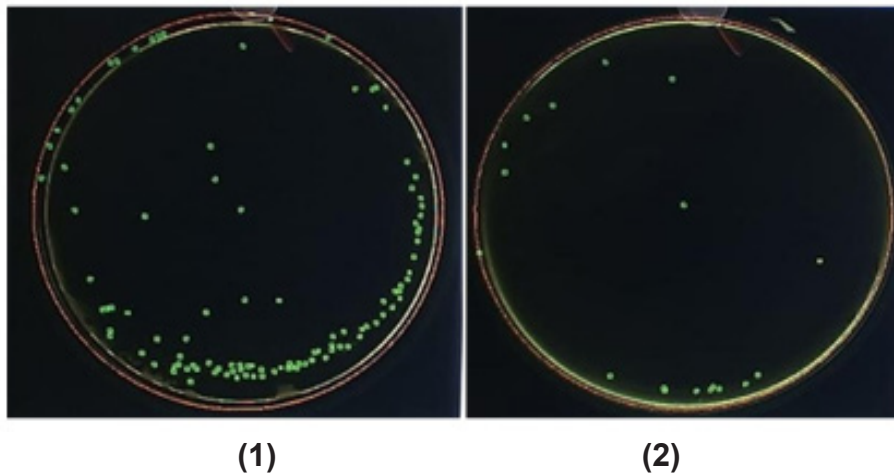
Analisis statistik menggunakan uji parametrik *One Way ANOVA* ($\alpha > 0,05$) menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok perlakuan. Hasil ini mengindikasikan bahwa paparan asap rokok memiliki pengaruh nyata terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans*. Temuan ini mendukung hipotesis bahwa paparan asap rokok dapat meningkatkan kerentanan terhadap gingivitis, karena berkontribusi terhadap kondisi lingkungan mulut yang lebih mendukung pertumbuhan bakteri patogen. Salah satu mekanisme yang menjelaskan fenomena ini adalah perubahan pH saliva menjadi lebih asam akibat paparan asap rokok, sehingga menciptakan kondisi yang optimal bagi pertumbuhan *S. mutans*. Data pertumbuhan koloni bakteri yang diperoleh selama pengujian ditampilkan pada Tabel 4 dan Gambar 2.

3.7. Uji Efektifitas Pasta Gigi Cangkang Sawit terhadap *Streptococcus mutans*

Seperti ditunjukkan pada Gambar 2, penelitian ini



Gambar 1. Kurva sifat alir FI, FII, FIII dan FIV sediaan pasta gigi arang aktif cangkang sawit



Gambar 2. Jumlah koloni *Streptococcus mutans* yang dihitung dengan colony counter pada kelompok saliva (1) dengan paparan asap rokok, dan (2) tanpa paparan asap rokok.

menguji empat formula pasta gigi berbahan dasar arang aktif cangkang sawit, serta satu kontrol positif berupa pasta gigi komersial yang ditujukan untuk gingivitis. Hasil uji daya hambat terhadap *Streptococcus mutans* ditampilkan pada Gambar 2.

Analisis statistik menggunakan uji parametrik One Way ANOVA ($\alpha > 0,05$) menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar formula, yang berarti variasi konsentrasi arang aktif cangkang sawit tidak berpengaruh secara nyata terhadap daya hambat sediaan terhadap *S. mutans*.

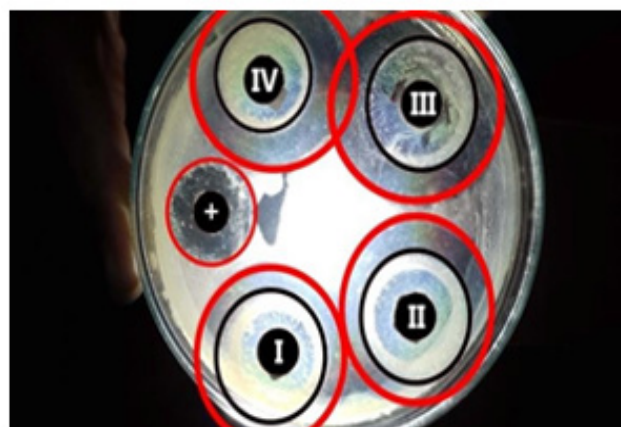
Selain perbedaan konsentrasi arang aktif, masing-masing formula juga memiliki perbedaan konsentrasi sodium monofluorofosfat, yakni sebesar 0,06% pada F1, 0,09% pada F2, 0,12% pada F3, dan 0,15% pada F4. Hal ini menunjukkan bahwa variasi komposisi bahan aktif perlu dianalisis secara menyeluruh untuk mengevaluasi kontribusi masing-masing terhadap aktivitas antibakteri. Adapun aktivitas daya hambat pasta gigi arang aktif cangkang sawit terhadap bakteri

streptococcus mutans dapat dilihat pada Gambar 3.

3.8. Uji Efektifitas Pasta Gigi Cangkang Sawit Dalam Mengurangi Tumpukan Plak Gigi

Kemampuan formula tiga (F3) dan empat (F4) dari pasta gigi berbahan arang aktif cangkang sawit dalam mengurangi akumulasi plak gigi ditunjukkan pada Gambar 4. Kedua formula menunjukkan hasil yang serupa, dengan skor indeks plak akhir sebesar 0,33, yang termasuk dalam kategori baik berdasarkan standar indeks plak.

Sebagai pembanding, kontrol positif berupa pasta gigi komersial untuk gingivitis menunjukkan skor indeks plak sebesar 0,67 pada minggu ketiga. Nilai ini masih berada dalam kategori baik, namun lebih tinggi dibandingkan formula F3 dan F4 (Tabel 6). Hal ini menunjukkan bahwa formula pasta gigi arang aktif cangkang sawit, khususnya F3 dan F4, memiliki efektivitas yang lebih baik dalam membersihkan tumpukan plak gigi.



Gambar 3. Uji daya hambat pasta gigi cangkang sawit terhadap *Streptococcus mutans* terhadap kelompok I (3%), II (6%), III (9%), IV (12%) dengan kontrol positif (+)

Tabel 3. Skor indeks plak formula pasta gigi arang aktif cangkang sawit yang terbaik dari sifat fisik kambing.

Formula	Minggu ke-0	Minggu ke-1	Minggu ke-2	Minggu ke-3	Rata-rata
F3	3,00	1,33	1,33	0,33	1,49 ± 0,55 ^a
F4	3,00	1,67	1,00	0,33	1,50 ± 0,56 ^a
K+	3,00	1,00	1,33	0,67	1,50 ± 0,51 ^{ab}
K-	3,00	2,00	1,67	1,67	2,08 ± 0,31 ^b

4. Pembahasan

Arang aktif dari cangkang sawit memiliki keunggulan dalam menyerap plak dibandingkan arang aktif dari tempurung kelapa karena memiliki struktur pori yang lebih halus dan luas permukaan yang lebih tinggi, sehingga daya adsorpsinya terhadap partikel-partikel kecil, seperti plak dan bakteri penyebab bau mulut, menjadi lebih optimal. Selain itu, kandungan silika dan sifat abrasif ringan pada arang aktif cangkang sawit juga membantu mengangkat noda tanpa merusak enamel gigi, menjadikannya pilihan yang lebih efektif dan aman untuk aplikasi kebersihan mulut. Hal ini terlihat dari kemampuan arang aktif cangkang sawit terhadap iodine sebesar 761,46 mg/g dibandingkan kemampuan tempurung kelapa dalam penyerap iodine hanya sebesar 460,30 mg/g.^{5,7,16}

Merokok dapat menyebabkan plak pada gigi karena nikotin dan tar yang terkandung dalam rokok merangsang perkembangan bakteri di mulut dan memicu pembentukan lapisan lengket pada permukaan gigi.^{17,18} Zat kimia tersebut mempercepat pembentukan plak yang berwarna kekuningan atau kecokelatan, terutama di sekitar garis gusi, yang sulit dibersihkan dengan menyikat gigi. Merokok juga mengganggu aliran air liur, yang berfungsi untuk membersihkan sisa makanan dan bakteri, membuat mulut lebih rentan terhadap plak dan karang gigi.^{19,20,21}

Fenomena ini menunjukkan bahwa sediaan pasta gigi arang aktif cangkang sawit memiliki struktur internal yang stabil, yang harus diatasi terlebih dahulu sebelum material dapat mengalir. Hal ini merupakan karakteristik yang diharapkan dari produk pasta gigi, karena memungkinkan produk tetap stabil selama penyimpanan namun mudah dikeluarkan saat digunakan. Kurva alir yang diperoleh mengonfirmasi bahwa seluruh formula memenuhi syarat reologi yang baik untuk sediaan topikal semipadat seperti pasta gigi.²² Dari hasil evaluasi pasta gigi arang aktif cangkang sawit pada penelitian ini yang memiliki sifat fisik yang baik dan stabil selama penyimpanan adalah formula F3 dengan konsentrasi arang aktif sebesar 9%.

Sifat fisik dan aktivitasnya dalam menghilangkan plak gigi sangat dipengaruhi oleh konsentrasi arang

aktif. Semakin tinggi konsentrasi arang aktif yang digunakan, semakin besar luas permukaan dan jumlah pori yang tersedia untuk menyerap partikel plak penyebab. Ini berarti arang aktif lebih baik dalam mengikat dan mengeluarkan sisa makanan, bakteri, dan zat penyebab noda dari permukaan gigi. Selain itu, konsentrasi arang aktif yang lebih tinggi memungkinkan abrasif ringannya untuk membersihkan permukaan gigi tanpa merusaknya.⁸

Enamel gigi, lapisan terluar gigi yang melindungi struktur dalamnya, dapat terancam oleh konsentrasi arang aktif yang terlalu tinggi. Arang aktif dikenal memiliki sifat abrasif ringan yang membantu membersihkan noda dan plak, tetapi terlalu banyak konsentrasi dapat menyebabkan enamel mengikis perlahan. Pengikisan enamel ini dapat membuat gigi tampak lebih kusam, membuatnya lebih sensitif terhadap panas dan dingin, dan membuatnya lebih rentan terhadap kerusakan. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengatur konsentrasi arang aktif dengan benar untuk membersihkan plak dengan benar tanpa merusak gigi.^{5,8}

Pada penelitian ini keunggulan efek pencegahan penumpukan plak diduga berasal dari kandungan arang aktif dalam formula, yaitu 9% pada F3 dan 12% pada F4, yang memiliki kemampuan absorpsi tinggi terhadap kotoran dan toksin di rongga mulut. Berdasarkan hal diatas maka tetap dipilih F3 dengan konsentrasi yang kecil 9% dibandingkan F4 dengan konsentrasi yang besar 12%, dimana keduanya memiliki indeks plak sebesar 0,33 (kategori baik), tetapi dilihat dari segi stabilitas sifat fisik yang baik selama penyimpanan, keamanan terhadap email gigi selama penggunaan maka F3 menjadi formula yang terbaik dibandingkan formula yang lainnya.

5. Simpulan

Dari hasil dapat disimpulkan bahwa arang aktif cangkang sawit dan sodium monofluorophosphat memiliki pengaruh sebagai antibakteri dan antiplak dimana kemampuan efektivitas daya hambat terhadap *Streptococcus mutans* termasuk kategori kuat dengan indeks plak 0,33 dengan kategori yang baik.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan bahwa data yang dipublikasikan pada naskah ini tidak ada konflik kepentingan terhadap pihak manapun

Daftar Pustaka

1. Perry DA. Plaque control for periodontal patient. In: Newman MG, Takei HH, Klokkevoeld PR, Carranza FA, editors. Carranza's Clinical Periodontology. 9th ed. Toronto: WB Saunders; 2015.
2. Balitbang, Kemenkes, Riset Kesehatan Dasar, Jakarta, 2019.
3. Lestari U, Syamsurizal, Septima NR. Uji aktivitas pasta gigi arang aktif cangkang sawit (*Elaeis guineensis*) antiplak pada perokok secara in vitro. *SCIENTIA J Farm Kesehatan*. 2020;10(2):177–86.
4. Asra R, Lestari U, Yusnelti. Antibacterial activity test of the jernang resin toothpaste (*Daemonorops draco* (Willd.) Blume) against *Streptococcus mutans*. *J Pharm Bioallied Sci*. 2020;12(Suppl):869.
5. Lestari U, Havizur R, Elisma, Novia E, Putri MS. Formulasi dan uji sifat fisik tablet arang aktif dari limbah cangkang sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) sebagai obat antidiare. *J Sains Teknol Farmasi*. 2017;19(1):27–30.
6. Lestari U, Indri M, Utami D, Havizur R. Introduksi teknologi tablet arang aktif dari limbah cangkang sawit sebagai adsorben bau kulkas di Paguyuban PT SNP Desa Parit, Sungai Gelam. *J Karya Abdi Masyarakat*. 2018;2(1).
7. Laure. In defense of smokers. Jakarta Selatan: Indonesia Berdikari; 2014.
8. Lestari U, Syamsurizal, Nurhasanah. Formulation of toothpaste activated charcoal from palm shell (*Elaeis guineensis* Jacq) as teeth whitening for nicotine addicts. *Glob Res Online*. 2019.
9. Lestari U, Yokhobet AL, Muhaimin. Formulasi masker gel peel off arang aktif dari cangkang kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) sebagai pembersih wajah dengan basis polivinil alkohol (PVA). *Talenta Conf Ser: Sci Technol (ST)*. 2019;2(2).
10. Suriamah NR, Lessang and Y. Kemal. Effectiveness Of Toothpaste Containing Propolis, Tea Tree Oil, And Sodium Monofluorophosphate Against Plaque and Gingivitis. *International Journal of Applied Pharmaceutics*. 2019, 11(1):114-116.
11. Muhaimin, Lestari U, Putri ZW. Uji efektivitas dan iritasi masker gel peel off arang aktif cangkang nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.) sebagai pembersih wajah. *Indones J Pharma Sci*. 2022;4(2):167–78.
12. Lestari U, Muhaimin, Griselta E. Comparison of physical properties and effectiveness of facial wash gel nipah shell (*Nypa fruticans* Wurmb.) activated charcoal with palm shell (*Elaeis guineensis* Jacq). *Farmasains*. 2021;6(2):15–21.
13. Lestari U, Farid F. Effectiveness test of natural detoxification facial wash gel activated charcoal palm shells using Habatussaudah scrub. In: Proceedings of the 2nd International Conference on Contemporary Science and Clinical Pharmacy (ICCSCP 2021); 2021.p. 169–73.
14. Lestari U, Faizar F, Putri MS. Formulasi dan uji sifat fisik lulur body scrub arang aktif dari cangkang sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) sebagai detoksifikasi. *J Sains Teknol Farmasi*. 2017;19(Suppl 1): s74–9.
15. Akotakar AM, Thenge RR, Patil AV, Ghonge AB and Bhaltadak MB. 2018. Formulation and comparative standardization of toothpaste. *International Journal of Pharmaceutical Science and Research*. 2018, 3(4): 12-15
16. Lestari LFKD, Ratnani RD, Suwardiyono, Kholis N. Pengaruh waktu dan suhu pembuatan karbon aktif dari tempurung kelapa sebagai upaya pemanfaatan limbah dengan suhu tinggi secara pirolisis. *Inovasi Tek Kimia*. 2017;2(1):32–8.
17. Aditama TY. Proses berhenti merokok. *Cermin Dunia Kedokteran*. 2012; 102:37–9.
18. Ogboji JI, Chindo Y, Jauro A, Boryo DEA and Lawal N M. Formulation, physicochemical evaluation and antimicrobial activity of green toothpaste on *streptococcus mutans*. *International Journal of Advanced Chemistry*. 2028, 6 (1): 108-113
19. Fauzi R, Ma'ruf MA, Bonita N, Puspawati K. Soewarso, Antojo A, Bam TS. Hubungan Terpaan Iklan, Promosi, Sponsor Rokok Dengan Status Merokok Di Indonesia, Ikatan Ahli Kesehatan Masyarakat Indonesia, Jakarta. 2018.
20. Halim, H and T. A. Salsabila. The Effectiveness Of Using Siwak Toothpaste On Plaque Accumulation In Fixed Orthodontic Appliances Users. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 2020, 13(3): 113-115.
21. Latif A. Gambaran pengetahuan, perhatian, dan sikap mahasiswa terhadap media promosi kesehatan [Skripsi]. Jember: Universitas Jember; 2015.
22. Lestari U, Syamsurizal S, Trisna Y. The Antiplaque Efficacy and Effectiveness of Activated Charcoal Toothpaste of *Elaeis guineensis* in Smokers, *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology* 1 (1), Fakultas Farmasi, Universitas Padjadjaran; 2021.